

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-357898

(P 2 0 0 1 - 3 5 7 8 9 8 A)

(43)公開日 平成13年12月26日(2001.12.26)

(51)Int.Cl.⁷

H01M 14/00

H01L 31/04

識別記号

F I

H01M 14/00

H01L 31/04

テーマコード (参考)

P 5F051

Z 5H032

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-180458(P 2000-180458)

(22)出願日 平成12年 6 月15日(2000.6.15)

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 岸本 広次

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 ▲高▼濱 孝一

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74)代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外 1 名)

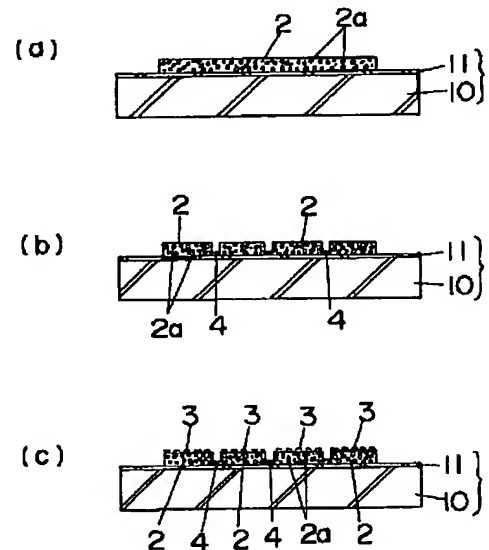
最終頁に続く

(54)【発明の名称】色素増感太陽電池用電極及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 光電変換効率を向上することができる色素増感太陽電池用電極を提供する。

【解決手段】 導電性を有する透明基材 1 の表面にゾルをコートして粒子膜 2 を設け、粒子膜 2 の表面に色素 3 を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極に関する。透明基材 1 の表面には、上記粒子膜 2 と、透明基材 1 より導電性の高い導電膜 4 とが、それぞれ透明基材 1 と電気的に接した状態で設けられている。



- 1 透明基材
- 2 粒子膜
- 3 色素
- 4 導電膜

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極において、透明基材の表面に、上記粒子膜と、透明基材より導電性の高い導電膜とが、それぞれ透明基材と電氣的に接した状態で設けられていることを特徴とする色素増感太陽電池用電極。

【請求項 2】 導電膜が金属膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の色素増感太陽電池用電極。

【請求項 3】 導電膜が集電部に向かって長い形状であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の色素増感太陽電池用電極。

【請求項 4】 粒子膜と導電膜が透明基材の表面に沿って交互に設けられており、隣り合う導電膜間に設けられた粒子膜の幅が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 10 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色素増感太陽電池用電極。

【請求項 5】 粒子膜と導電膜が透明基材の表面に沿って交互に設けられており、隣り合う粒子膜間に設けられた導電膜の幅が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 1 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色素増感太陽電池用電極。

【請求項 6】 導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極を製造するにあたって、透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を形成し、この粒子膜の一部を除去した後、透明基材より導電性の高い導電膜を上記の除去した部位において透明基材の表面にコートすることを特徴とする色素増感太陽電池用電極の製造方法。

【請求項 7】 導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極を製造するにあたって、透明基材の表面の一部にスクリーンプリント法でゾルをコートして粒子膜を形成し、粒子膜が形成されていない部位において透明基材より導電性の高い導電膜を透明基材の表面にコートすることを特徴とする色素増感太陽電池用電極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽光または人工光のエネルギーを電気エネルギーに変換する色素増感太陽電池に用いられる電極及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】太陽電池の一種として、色素増感太陽電池は従来からよく知られている。そして B. O' Regan と M. Glaze l による 1991 年の報告 (Nature、353、737) 以来、色素増感太陽電池に

ついて世界中で追試や改良が行なわれており、日本では通産省工業技術院の色素を用いて増感する特許 (特開平 10-92477 号公報) 等が知られている。

【0003】これらの色素増感太陽電池の電極は、フッ素ドープした酸化スズ膜をコートした透明導電ガラスを透明基材とし、この導電性を有する透明基材の表面に酸化チタンなどの金属酸化物のゾルをドクターブレード法などの方法で塗布し、これを 500°C 程度の温度で焼成して粒子膜を形成することによって、作製されている。

10 【0004】そして光電変換効率を向上させるために、この電極を四塩化チタン水溶液に浸漬して処理を施すという報告がある。このように四塩化チタン処理を施すことによって光電変換効率が向上する原因は、粒子膜の表面が改質されるからであるとされている。またこの粒子膜の表面の改質が光電変換効率を向上させる原因は、色素吸着量の増加によるものであるという説と、ゾルを塗布した粒子膜を構成する粒子の粒子間界面の面積を拡大することによる粒子膜内の内部抵抗の抑制効果 (インターパーティクルネッキングの拡大効果) であるという説があるが、どちらが原因の支配因子であるかは報告により様々である。

【0005】また、電極の色素増感に用いる色素には、例えば Ru(4,4'-dicarboxyl-2-2'-bipyridine) (NCS) などの Ru 錯体が多く使用されるが、上記の特開平 10-92477 号公報の特許は電極のリサイクル性等を考慮して、この色素を有機色素に置き換えるというものである。

30 【0006】また、上記の電極の対極には上記と同様な透明導電ガラスに白金を蒸着したものを用いるのが一般的であるが、実験など簡易的には透明導電ガラスの表面を鉛筆で黒く塗ることによってカーボンを付着させて用いることも可能である。

【0007】さらにこれらの電極が浸漬される電解質には、例えばエチレンカーボネートとアセトニトリルの混合溶液にヨウ化テトラプロピルアンモニウムとヨウ素を溶解したものなどが一般的に用いられるが、液漏れを防ぐために電解質を固体化したものも報告されている。

40 【0008】上記のような構成の色素増感太陽電池は、一般の太陽電池である P-N 接合型半導体太陽電池に比べて、製造に真空を必要としないなど、製造に必要なエネルギーが小さく、またシリコン等の資源枯渇の危惧が指摘される材料を使用する必要がなく、低コストで製造できる新しい太陽電池として注目されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、色素増感太陽電池の光電変換効率は実用化に対して十分なものとはいえず、さらなる光電変換効率の改善が求められているのが現状である。

50 【0010】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、光電変換効率を向上することができる色素増感太

陽電池用電極及びその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る色素増感太陽電池用電極は、導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極において、透明基材の表面に、上記粒子膜と、透明基材より導電性の高い導電膜とが、それぞれ透明基材と電気的に接した状態で設けられていることを特徴とするものである。

【0012】また請求項2の発明は、請求項1において、導電膜が金属膜であることを特徴とするものである。

【0013】また請求項3の発明は、請求項1又は2において、導電膜が集電部に向かって長い形状であることを特徴とするものである。

【0014】また請求項4の発明は、請求項1乃至3のいずれかにおいて、粒子膜と導電膜が透明基材の表面に沿って交互に設けられており、隣り合う導電膜間に設けられた粒子膜の幅が10 μ m以上10mm以下であることを特徴とするものである。

【0015】また請求項5の発明は、請求項1乃至3のいずれかにおいて、粒子膜と導電膜が透明基材の表面に沿って交互に設けられており、隣り合う粒子膜間に設けられた導電膜の幅が1 μ m以上1mm以下であることを特徴とするものである。

【0016】また本発明の請求項6に係る色素増感太陽電池用電極の製造方法は、導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極を製造するにあたって、透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を形成し、この粒子膜の一部を除去した後、透明基材より導電性の高い導電膜を上記の除去した部位において透明基材の表面にコートすることを特徴とするものである。

【0017】また本発明の請求項7に係る色素増感太陽電池用電極の製造方法は、導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極を製造するにあたって、透明基材の表面の一部にスクリーンプリント法でゾルをコートして粒子膜を形成し、粒子膜が形成されていない部位において透明基材より導電性の高い導電膜を透明基材の表面にコートすることを特徴とするものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0019】本発明において導電性を有する透明基材としては、導電性及び透明性を有しているものであればど

のようなものでも採用することができるが、導電性、透明性、さらに耐熱性を高いレベルで併せ持つ点から、透明ガラス板の表面にスズ系酸化物などをコートしたものが好ましい。スズ系酸化物にはインジウム／スズ複合酸化物(ITO)、アンチモン／スズ複合酸化物(ATO)、フッ素ドーパ酸化スズなどがあるが、数百℃の熱によっても導電性が低下しない点や有害物質でない点などからフッ素ドーパ酸化スズをコートしたガラスが特に好ましい。またコストが低い点からはITOをコートしたガラスが好ましい。

【0020】また本発明において、粒子膜2の作製に用いるゾルとしては、溶剤中に固体成分である粒子(粉体)が分散されたものを用いることができる。この溶剤としては有機溶媒あるいは水を単独で使用してもよく、有機溶媒と水との混合物を用いてもよい。分散される固体の粒子としては色素吸着液や電池を構成する電解質と反応しないか反応しにくいものであって、色素からの電子注入が可能なものであれば、どのようなものでも採用することができるものであり、例えば金属酸化物の粒子を用いることができる。具体的には、例えば、チタニア、アンチモン／スズ複合酸化物(ATO)、酸化スズ、酸化亜鉛などをそれぞれ単独で用いることができ、またこれらのうちの2種類以上を複合したり混合したりして用いることもできる。これらの中では、電池の光電変換効率が高いという点から、チタニアまたは酸化スズと酸化亜鉛の混合物の粒子を用いるのが特に好ましい。粒子の粒径は任意に設定することができるが、粒子膜の表面積を大きくして色素の吸着量を増加させるという理由から、粒子の粒径は小さい程好ましい。しかし粒子が小さ過ぎると、ゾルをコートすることが難しくなって粒子膜を形成するのが困難になるおそれがある。そこで粒子の粒径は5～100nmの範囲に設定するのが好ましい。

【0021】尚、粒子膜内部での光の散乱を利用してさらに光電変換効率を上げるために、上記のゾルに光を散乱する粒径1 μ m以上の粒子を添加してもよい。またこのゾルに異なる粒径で異なるバンドギャップエネルギーを持つ金属酸化物を添加すると電池から取り出される電流及び電圧が増加するという報告がなされているので、本発明の電極に粒子膜を形成するゾルにもこのような添加物を添加してもよい。さらに、粒子膜の多孔性を制御するために、ゾルにポリエチレングリコール等の有機高分子を添加してもよい。この有機高分子はゾルをコートした後に数百℃の温度で焼成することによって炭酸ガス等に酸化分解され、粒子膜の多孔度を増加させることができ、結果的に色素増感太陽電池の光電変換効率を向上させることができるものである。

【0022】ゾルを調製する方法としては、溶媒中に粒子をほぼ均一に分散できるのであれば、どのような方法を用いてもよいが、例えば、粒子を空気中や不活性ガス

10

20

30

40

50

中で焼成することによって結晶化させ、この結晶化した粒子を溶媒に配合してペイントシェーカー等の攪拌器で攪拌することによって、溶液中に粒子が分散したゾルを調製することができる。また、結晶化する前の粒子を溶媒に配合してペイントシェーカーなどの攪拌器で攪拌して溶液中に粒子を分散させ、この後、溶液中の粒子をオートクレーブ中で結晶化させるようにしてゾルを調製するようにしてもよい。ここで、ゾルをコートして形成される粒子膜の透明性をより高くしたり表面積をより大きくしたりする場合には、溶液中の粒子をオートクレーブ

10 処理して結晶化させる方法が好ましく、ゾルをコートして形成される粒子膜を安価に作製する場合には、空気中や不活性ガス中で焼成して結晶化させた粒子を溶媒に分散させる方法を採用するのが好ましい。

【0023】次に、本発明に係る色素増感太陽電池用の電極の製造について説明する。まず、透明ガラス10の表面にスズ酸化物などの透明導電膜11をコートして作製される導電性の透明基材1を用い、この導電性の透明基材1の表面にゾルをコートすることによって、図1

(a)に示すように粒子2aが積み重なった粒子膜2を形成する。透明基材1にゾルをコートする方法としては、グラビアコート法、スピンコート法、ドクターブレード法、ディップコーティング法、スクリーンプリント法など、従来から行なわれている任意の方法を採用することができる。粒子膜2の膜厚は2 μ m以上に設定するのが好ましく、これを考慮してゾルの塗布量を調節するのがよい。粒子膜2の膜厚が2 μ mより小さいと光電変換効率が小さくなるおそれがあるからである。粒子膜2の膜厚の上限は、透明基材1との密着性が低下しない程度であればよく、例えば20 μ mに設定することができる。またこのように粒子膜2を形成した後、透明基材1と粒子膜2の密着性を高めるために、必要に応じて焼成を行なってもよい。

【0024】尚、上記のように粒子2aが積み重なった粒子膜2を形成した後、粒子膜2の粒子2aの表面にチタニアやシリカなどの金属酸化物膜を形成するようにしてもよい。金属酸化物膜の形成は、特開平11-171537号公報に開示されているように、金属のフッ化物溶液又はフッ化錯体溶液と粒子膜2を接触させて粒子2aの表面に金属酸化物膜を析出させることによって行なうことができる。

【0025】上記のように透明基材1の表面に粒子膜2を形成するにあたって、ドクターブレード法などでゾルをコートして粒子膜2を形成する場合には、導電膜4を形成する部位にも粒子膜2が形成されているので、導電膜4を形成する部位の粒子膜2を除去する。粒子膜2を部分的に除去する方法は、透明基材1の光透過性や導電性を低下させずに粒子膜2を除去できる方法であれば何でもよい。例えばカッターの刃など鋭利物で切り取るようにして除去してもよく、レーザ光を照射して除去する

ようにしてもよく、あるいは残しておく部分の粒子膜2をマスキングして酸によるエッチングなど化学的な方法で溶解して除去するようにしてもよい。鋭利物で除去する方法が、簡便で低コストに実施できるので好ましい。

【0026】またスクリーンプリント法で透明基材1の表面の粒子膜2を形成する場合には、ゾルを部分的にコートして透明基材1の表面の一部に粒子膜2の形成ができるので、図2に示すように、導電膜4を形成する部位には粒子膜2が形成されないようにしておくものである。

【0027】次に、透明基材1に導電膜4をコートする。導電膜4としては透明基材1の透明導電膜11より導電性の高いものを用いるものであり、例えば金などの金属膜を用いることができる。導電膜4をコートするにあたって、粒子膜2の表面を含めた全面に導電膜4を形成すると、色素増感太陽電池を組み立てる際に電解質が粒子膜2に到達しなくなるので、導電膜4で粒子膜2の表面の全面が被覆されないようにする必要がある。図1(b)に示すように、導電膜4は粒子膜2が形成されていない部位のみにおいて透明基材1の表面に形成するようにするのが好ましいが、色素増感太陽電池の光電変換効率を低下させない範囲で粒子膜2の表面にも導電膜4がコートされていても構わない。導電膜4のコートは、例えば、粒子膜2の表面をマスキングした状態で金属を蒸着することによって行なうことができる。また導電膜4の厚みは特に限定されるものではないが、0.2 μ m～5 μ m程度の範囲が好ましい。

【0028】ここで、粒子膜2と導電膜4はそれぞれ細長い矩形状に形成するようにしてあり、粒子膜2と導電膜4は複数本ずつその幅方向(短手方向)で、透明基材1の表面に沿って交互に設けるようにしてある。そして隣り合う導電膜4間に設けられた各粒子膜2の大きさは発電効率が高くなるため小さい程好ましい。しかし各粒子膜2の幅寸法(短手方向の寸法)が小さくなり過ぎると、導電膜4の幅寸法の下限には限界があるので、電極の面積に対する粒子膜2の面積の割合が小さくなって、光電変換効率が低下する。これらの理由から、粒子膜2の幅寸法は10 μ m以上10mm以下であることが好ましく、さらに100 μ m以上5mm以下であるのがより好ましい。

【0029】また隣り合う粒子膜2間に設けられた各導電膜4の大きさは小さいほうが、粒子膜2の全体の大きさを大きくして入射光への開口面積を大きくすることができる点で好ましい。しかし導電膜4の幅寸法(短手方向の寸法)が小さくなり過ぎると、コートして導電膜4を形成すること難しくなる。これらの理由から、導電膜4の幅寸法は1 μ m以上1mm以下であることが好ましく、さらに1 μ m以上100 μ m以下であるのがより好ましい。ここで、後述の図3に示すように、導電膜4と接続される集電部12を電極の表面に形成するにあつ

て、この集電部12に向かって長い形状になるように導電膜4を形成するのが好ましい。集電部12はこの部分に導線を接続して、発電された電気を外部に出力するパッドとなるものであり、導電膜4をこのように集電部12に向かって長い形状になるように形成することによって、発生した電気が効率良く移動することができるようになり、光電変換効率を高めることができるものである。

【0030】上記のようにして導電性の透明基材1の表面に粒子膜2と導電膜4を、それぞれ透明基材1に電気的に接した状態で設けた後、図1(c)のように粒子膜2の表面に色素3を吸着させ、あるいは結合させることによって、色素増感太陽電池用の電極を得ることができるものである。色素3としては色素増感太陽電池に使用される任意のものをを用いることができるものであり、例えばルテニウム錯体などを使用することができる。また色素の吸着や結合は、色素を溶解した色素吸着液に浸漬することによって行なうことができるものであり、色素は粒子膜2の表面以外に導電膜4の表面などに吸着・結合されていても差し支えない。

【0031】この電極にあって、導電性を有する透明基材1の表面の一部が粒子膜2ではなく導電膜4で覆われているので、従来の色素増感太陽電池よりも光電変換効率を高くすることができるものである。このように光電変換効率を高めることができる理由としては、透明基材1の透明導電膜11の抵抗が十分でないものを導電膜4が補って十分な低抵抗にしているから、粒子膜2の端部で光の乱反射が起こるために入射光がより有効に利用できるから、粒子膜2の端部が導電膜4の端部と接している部位でより有効な乱反射が粒子膜2内部に生じているから、などが考えられるが、明らかではない。

【0032】

【実施例】以下、本発明を実施例によって具体的に説明する。

【0033】(実施例1) 透明ガラス板10の表面にITO膜からなる透明導電膜11を設けて形成した40mm×35mm×厚み1.1mmの導電性を有する透明基材1を用い、十分に洗浄して乾燥した。そしてこの透明基材1の表面にSolaronix社製酸化チタンゾル「TiNanoxide-T」をグラビアコート法で、20mm×20mmの範囲に膜厚が5μmとなるようにコートした。次にこれを室温で乾燥した後、空气中で、500℃の温度で1時間焼成して、透明基材1の表面に酸化チタンの粒子からなる粒子膜2を形成した(図1(a)参照)。

【0034】次に、市販のカッターナイフを用い、粒子膜2が5mm×20mmの四つの長方形となるように切り目を入れ、切り目の部分の粒子膜2を除去した。この切り目の部分の幅は0.1mmであり、試験後の断面のSEM観察により、この切れ目は粒子膜2のみが除去されていて透明導電膜11は除去されていないことが確認

された。

【0035】次に、粒子膜2及び透明基材1の表面をマスキングし、金の真空蒸着を行なうことによって、粒子膜2間の切り目の部分において透明基材1の表面に導電膜4を形成した(図2(b)参照)。導電膜4の厚みは4μmであり、隣り合う粒子膜2間での導電膜4の幅は0.1mmであった。また導電膜4は、図3に示すように、隣り合う粒子膜2間の部分の他に、透明基板1の一方の端部の表面にも形成するようにしてあり、この透明基板1の端部の表面に形成される導電膜4で集電部12が形成されるものである。

【0036】次に、色素3としてSolaronix社製ルテニウム色素「Ruthenium535」を用い、これを1リットルのエタノールに0.135g溶解させて色素吸着液を調製し、この色素吸着液に上記の粒子膜2と導電膜4を形成した透明基材1を1昼夜浸漬し、表面に色素3を吸着させ(図1(c)参照)、その後、これをエタノールで洗浄して室温で乾燥した。このようにして色素増感太陽電池用の電極を得た。

【0037】(実施例2) 実施例1と同じ導電性の透明基材1の表面に、実施例1と同じ酸化チタンゾルをスクリーンプリント法で厚み5μmにコートし、実施例1と同様に乾燥・焼成して粒子膜2を形成した。このとき、粒子膜2は5mm×20mmの四つの長方形が幅0.1mmの隙間を介して並列するように形成した(図2参照)。後は実施例1と同様にして導電膜4の形成、色素3の吸着を行なって、色素増感太陽電池用の電極を得た。

【0038】(比較例1) 実施例1と同じ導電性の透明基材1の表面に、実施例1と同じ酸化チタンゾルを、ドクターブレード法で実施例1と同様にしてコートし、さらに実施例1と同様に乾燥・焼成して粒子膜2を形成した。次に、導電膜4の形成を行なうことなく、実施例1と同様にして色素3の吸着を行なって、色素増感太陽電池用の電極を得た。

【0039】上記のようにして作製した電極を用いて色素増感太陽電池を組み立てた。まず電解液を、エチレンカーボネート80容量%とアセトニトリル20容量%の混合溶液にヨウ化テトラプロピルアンモニウム及びヨウ素をそれぞれ0.46mol/リットル、0.06mol/リットルとなるように溶解して調製した。また、30mm×30mm×厚み0.5mmのシリコンゴム板の中心部を、周囲を幅5mmで残して、20mm×20mmの窓を切り抜くことによって、枠状のスペーサを作製した。さらに、対極を作製した。すなわち、40mm×35mm×厚み1.1mmのITO膜付き透明ガラス板を十分に洗浄して乾燥し、このガラス板の表面を2Bの鉛筆で黒く塗りつぶすことによってITO膜の表面にカーボンを付着させ、対極とした。

【0040】そして、実施例1、2及び比較例1で得た

各電極の上に、粒子膜 2 や導電膜 4 が窓内に見えるようにスペーサを置き、スペーサの窓部分に電解液を入れ、さらにその上に空気が入らないように置き、電極と対極をクリップで挟んで固定することによって、色素増感太陽電池を組み立てた。

【0041】上記のように組み立てた色素増感太陽電池を蛍光灯（松下電工社製「SQ982F」、54W）の下に置き、電極と対極の間の解放電圧と短絡電流を測定した。結果を表 1 に示す。

【0042】

【表 1】

	開放電圧	短絡電流
実施例 1	0.73V	14.31mA
実施例 2	0.73V	14.27mA
比較例 1	0.75V	9.88mA

【0043】表 1 にみられるように、実施例 1, 2 のものは短絡電流が比較例 1 のものよりも 1.5 倍近くに増加しており、光電変換効率が向上していることが確認される。

【0044】

【発明の効果】上記のように本発明の請求項 1 に係る色素増感太陽電池用電極は、導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極において、透明基材の表面に、上記粒子膜と、透明基材より導電性の高い導電膜とが、それぞれ透明基材と電気的に接した状態で設けられていることを特徴とするので、導電性を有する透明基材の表面の一部が粒子膜ではなく導電膜で覆われており、従来の色素増感太陽電池よりも光電変換効率を高めることができるものである。

【0045】また請求項 2 の発明は、導電膜が金属膜であるので、導電性が高い導電膜を形成することができ、光電変換効率を高めることができるものである。

【0046】また請求項 3 の発明は、導電膜が集電部に向かって長い形状であるので、発生した電気が集電部に効率良く移動することができるようになり、光電変換効率を高めることができるものである。

【0047】また請求項 4 の発明は、粒子膜と導電膜が透明基材の表面に沿って交互に設けられており、隣り合う導電膜間に設けられた粒子膜の幅が $10\mu\text{m}$ 以上 10

mm 以下であることを特徴とするので、光電変換効率を高めることができるものである。

【0048】また請求項 5 の発明は、粒子膜と導電膜が透明基材の表面に沿って交互に設けられており、隣り合う粒子膜間に設けられた導電膜の幅が $1\mu\text{m}$ 以上 1mm 以下であることを特徴とするので、光電変換効率を高めることができるものである。

【0049】また本発明の請求項 6 に係る色素増感太陽電池用電極の製造方法は、導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極を製造するにあたって、透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を形成し、この粒子膜の一部を除去した後、透明基材より導電性の高い導電膜を上記の除去した部位において透明基材の表面にコートするようにしたので、透明基材の表面に粒子膜と導電膜とをそれぞれ透明基材と電気的に接した状態で設けることができるものである。

【0050】また本発明の請求項 7 に係る色素増感太陽電池用電極の製造方法は、導電性を有する透明基材の表面にゾルをコートして粒子膜を設け、粒子膜の表面に色素を吸着又は結合させて形成される色素増感太陽電池用電極を製造するにあたって、透明基材の表面の一部にスクリーンプリント法でゾルをコートして粒子膜を形成し、粒子膜が形成されていない部位において透明基材より導電性の高い導電膜を透明基材の表面にコートするようにしたので、透明基材の表面に粒子膜と導電膜とをそれぞれ透明基材と電気的に接した状態で設けることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態の一例を示すものであり、(a), (b), (c) はそれぞれ断面図である。

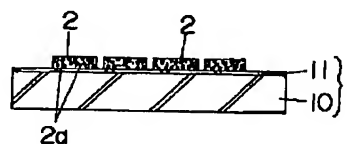
【図 2】本発明の実施の形態の他の一例を示す断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態の他の一例を示す平面図である。

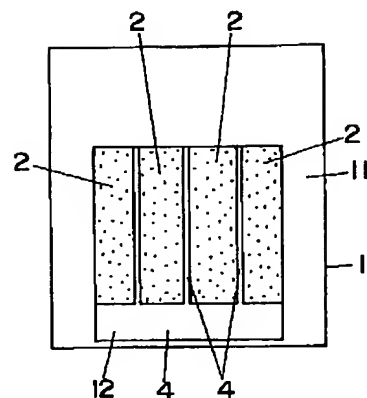
【符号の説明】

- 1 透明基材
- 2 粒子膜
- 3 色素
- 4 導電膜

【図 2】



【図 3】



- 1 透明基材
- 2 粒子膜
- 3 色素
- 4 導電膜

F ターム(参考) 5F051 AA11 AA14 CB13 EA16 FA03
FA04 FA08 GA03
5H032 AA06 AS16 BB05 CC11 EE01
EE07 EE16 EE18 HH04

THIS PAGE BLANK (USPTO)